

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑮ Patentschrift
⑩ DE 199 21 007 C 1

⑥ Int. Cl. 7:
H 01 M 8/02
H 01 M 8/10

⑳ Aktenzeichen: 199 21 007.1-45
㉑ Anmeldetag: 6. 5. 1999
㉒ Offenlegungstag: -
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 11. 2000

DE 199 21 007 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:
Dornier GmbH, 88039 Friedrichshafen, DE

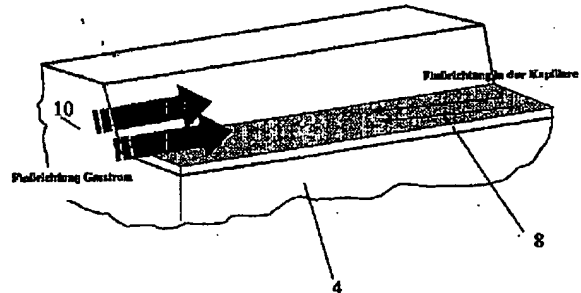
⑦ Erfinder:
Blank, Felix, 78484 Konstanz, DE; Heller, Cosmas,
88484 Gütenzell-Hürbel, DE; Kaiser, Wolfram, 79848
Bonndorf, DE; Schmid, Ottmar, 88877 Markdorf, DE

⑧ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US 55 29 855 A
DE-Z: Bild der Wissenschaft, 2/1998, 1b-21;

⑤4 Befeuchtung einer Brennstoffzelle

⑤7 Die Erfindung betrifft die Befeuchtung der Membran ei-
ner PEM Brennstoffzelle mit Membran-Elektroden-Einhei-
ten (MEA) und in den Bipolarplatten integrierten Gaska-
nälen.



DE 199 21 007 C 1

DE 199 21 007 C 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Befeuchtung der Membran einer PEM Brennstoffzelle mit Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) und in den Bipolarplatten integrierten Gaskanälen.

In US 5529855 wird ein Verfahren zur Befeuchtung der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) beschrieben, mittels in oder auf der MEA angebrachter Kanäle oder Leitungen. Das zur Beschickung der Kanäle oder Leitungen verwendete Wasser kann aus einem Reservoir bezogen und mit einer Pumpe gefördert werden.

Aufgabe der Erfindung ist die wartungsfreie und zuverlässige Befeuchtung der Membran einer Brennstoffzelle. Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs gelöst; die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1-4 die Befeuchtung eine Zone einer MEA (Membran-Elektrode-Assembly) in prinzipieller Darstellung,

Fig. 5 die Entwässerung einer MEA,

Fig. 6A-6C Leitungsmechanismen für den Flüssigkeitstransport,

Fig. 7A-7B Einzelheiten von Fig. 6.

Die Figuren zeigen eine Zone einer PEM-Brennstoffzelle mit einer MEA 2, Bipolarplatten (BIP) 4, Kanälen 6, Kapillarschicht 8, Gaseintritt 10, Produktwasser-Ausfall 12 Gaseintritt 26.

Zur Befeuchtung der MEA wird ein Teil des im Brennstoffzellenbetrieb anfallenden Produktwassers durch Kapillarkräfte zum Gaseingang zurückgeleitet (Fig. 3). Der (relativ) trockene Gasstrom kann sich dadurch mit Wasser anreichern; damit wird das Austrocknen der MEA durch den trockenen Eintrittsstrom vermieden. Zum Flüssigkeitstransport können dabei sowohl der Kanalboden 14 als auch die Kanalwände 16 mit einer Kapillarschicht 8 versehen werden (Fig. 2). Die Kapillarschicht 8 kann als offene oder teilweise geschlossene Struktur ausgeführt werden. Im geschlossenen Fall ist die Kapillarschicht im Bereich der Wasseraufnahme und Wasserabgabe geöffnet, um den Wasseraustausch an den gewünschten Stellen zu ermöglichen. Die Flüssigkeitsabgabe der Kapillarschicht am Gaseintritt kann dabei sowohl an den Gasstrom als auch direkt an die MEA erfolgen. Zur Mitbefeuchtung der MEA kann z. B. die Fließrichtung der Flüssigkeit an den Kanalwänden so eingestellt werden, daß die Kapillarenden direkten Kontakt mit der MEA-Zone erhalten (Fig. 4). Alternativ dazu kann durch Verwendung einer amorphen, schwammartigen Kapillarstruktur eine homogene Befeuchtung des gesamten Sektors erzielt werden (Fig. 1).

Analog zur Befeuchtung kann die Kapillarkapazität des weiteren zur Abführung des in der Zelle entstandenen Produktwassers verwendet werden; dabei wird das von der Kapillarschicht 8 aufgenommene, überschüssige Produktwasser aus der Zelle transportiert und die Zelle somit entwässert (Fig. 5). Zum Flüssigkeitstransport können dabei sowohl der Kanalboden als auch die Kanalwände mit einer Kapillarschicht versehen werden.

In ihrer Ausführung kann die Kapillarschicht eine amorphe (schwammartige) oder auch eine gerichtete Struktur aufweisen. Darüber hinaus kann die gewünschte Kapillarkapazität auch durch Modifikation der Kanaloberfläche durch mechanische, chemische oder andersgeartete Bearbeitung erzeugt werden.

2

Ausführungsbeispiele

Fig. 2

Es wird eine bereits konturierte bipolare Platte mit einem oxidierbaren Material – z. B. Nickel – beschichtet, oxidiert und zur Porenbildung wieder reduziert. Der Vorteil dieser Variante liegt im reduzierten Materialverbrauch der (teureren) Nickelbeschichtung, da kein Beschichtungsmaterial weggeätzt werden muß und die Beschichtung damit dünner ausfallen kann.

Fig. 4

Zur Mitbefeuchtung der MEA kann die Fließrichtung der Flüssigkeit an den Kanalwänden so eingestellt werden, daß die Kapillarenden direkten Kontakt mit der MEA-Zone erhalten und die MEA durch direkten Wasseraustausch mit der Kapillarschicht gezielt direkt befeuchtet wird.

Fig. 6A

Zur Erzeugung von Kapillarkräften können z. B. fluidleitende Folien 20 in die Kanalstruktur durch Einlegen oder einkleben eingebracht werden. Diese Folien sind beispielsweise in der Zeitschrift "Bild der Wissenschaft" 2, 1998 auf den Seiten 16 bis 21 beschrieben und weisen eine mikroplizierte Oberfläche auf. Mittels der Folien ist eine gerichtete Flüssigkeitsleitung im Kanal möglich. Zur gleichzeitigen Entwässerung und Befeuchtung kann es sinnvoll sein, einen Teil des Produktwassers zum Eingang zurückzuleiten (um die Befeuchtung zu verbessern) und den Rest in Richtung Ausgang abzuführen (Fig. 5).

Fig. 6B

Alternativ zur fluidleitenden Folie können schwammartige Kapillarstrukturen 22 Verwendung finden. Ein Vorteil dieser amorphen Kapillarstruktur liegt in der einfacheren Einbringung in stark gekrümmte Kanäle. Ein Nachteil liegt im reduzierten und nicht genau gerichteten, langsameren Flüssigkeitstransport sowie in der Tatsache, daß ein Flüssigkeitsverlust durch unkontrolliertes Abdampfen möglich ist.

Alternativ zur fluidleitenden Folie können auch röhrenförmige Kapillarstrukturen 24, wie sie z. B. in Wärmeröhren (Heatpipes) eingesetzt werden, Verwendung finden. Da röhrenförmige Kapillarstrukturen auch in stark gekrümmte Kanäle – zum Beispiel durch Einlegen oder Einkleben – eingebracht werden können, tritt nur ein geringer Flüssigkeitsverlust durch unkontrolliertes Ausdampfen während des Transportes zwischen den Enden auf. Zur Erzielung einer genügend großen Wasseraufnahme am "feuchten" Ende muß ein breiter Einzugsbereich durch unterschiedliche Kapillarlängen vorgesehen werden.

Fig. 7A

Als ganzheitlicher Lösungsansatz kann der Transport des Produktwassers zur Befeuchtung/Entwässerung der Zelle auch in kapillaren Strukturen innerhalb der Kanalstege 8 erfolgen.

Zur Erzeugung einer möglichst umfangreichen, kapillar wirksamen Schicht im Steg kann z. B. ein oxidierbares Material, z. B. Nickel, auf die glatte Bipolarplatte – z. B. galvanisch – aufgebracht und durch Anwendung chemischer Ätzverfahren mit einer Kanalstruktur versehen werden. Durch Oxidation der verbleibenden Nickelstege bei hohen Temperaturen (> 600°C) und anschließende Reduktion wandelt sich der Steg in eine stark poröse, schwammartige Struktur um, welche die geforderte Kapillarkapazität entwickeln kann.

Fig. 7B

Es kann auch eine Bipolarplatte aus einem vollständig porösen Material verwendet werden, die zur Vermeidung eines etwaigen Wasser- und Gaseintritts senkrecht zur Plattenoberfläche mindestens einseitig – z. B. durch eine Beschichtung – versiegelt ist 25.

DE 199.21 007 C 1

3

4

Patentansprüche

1. PEM Brennstoffzelle mit einer MEA und in den Bipolarplatten integrierten Gaskanälen dadurch gekennzeichnet, 5
- daß die Gaskanäle zumindest teilweise mit einer flüssigkeitstransportierenden Schicht ausgekleidet sind,
 - daß diese flüssigkeitstransportierende Schicht in einem Bereich beginnt, in dem der thermodynamische Zustand des Gasstroms unterhalb des Taupunkts der Wassersättigung liegt und in einem Bereich endet, in dem der thermodynamische Zustand des Gasstroms über dem Taupunkt liegt, d. h. in dem Wasser auskondensiert, 10
 - daß diese Schicht zumindest einen Teil des bei der Brennstoffzellenreaktion entstehenden Produktwassers in einem Zellbereich, in dem der thermodynamische Zustand des Gasstroms oberhalb des Taupunkts der Wassersättigung liegt, aufnimmt, in einen Bereich transportiert, in dem der thermodynamische Zustand des Gasstroms unterhalb des Taupunkts liegt, d. h. der Gasstrom noch ungesättigt ist, und diesen dort an den Gasstrom abgibt. 15
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkeitstransportierende Schicht am Kanalgrund und/oder an den Kanalwänden angeordnet ist. 20
3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkeitstransportierende Schicht im Steg zwischen zwei Kanälen integriert ist. 25
4. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkeitstransportierende Schicht in die Bipolarplatte integriert ist. 30
5. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkeitstransportierende Schicht eine poröse Schicht oder eine Schicht mit Kapillarstruktur oder eine Schicht mit einer mikroreplizierten Oberfläche ist. 35
6. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkeitstransportierende Schicht durch Modifikation des Bipolarplattenmaterials oder durch Auflegen oder Aufkleben eines anderen Materials oder einer Folie oder eines Folien-Systems erzeugt wird. 40
7. Brennstoffzelle mit einer flüssigkeitstransportierenden Schicht nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche der Schicht zur Gasphase teilweise fluiddicht ist. 45

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

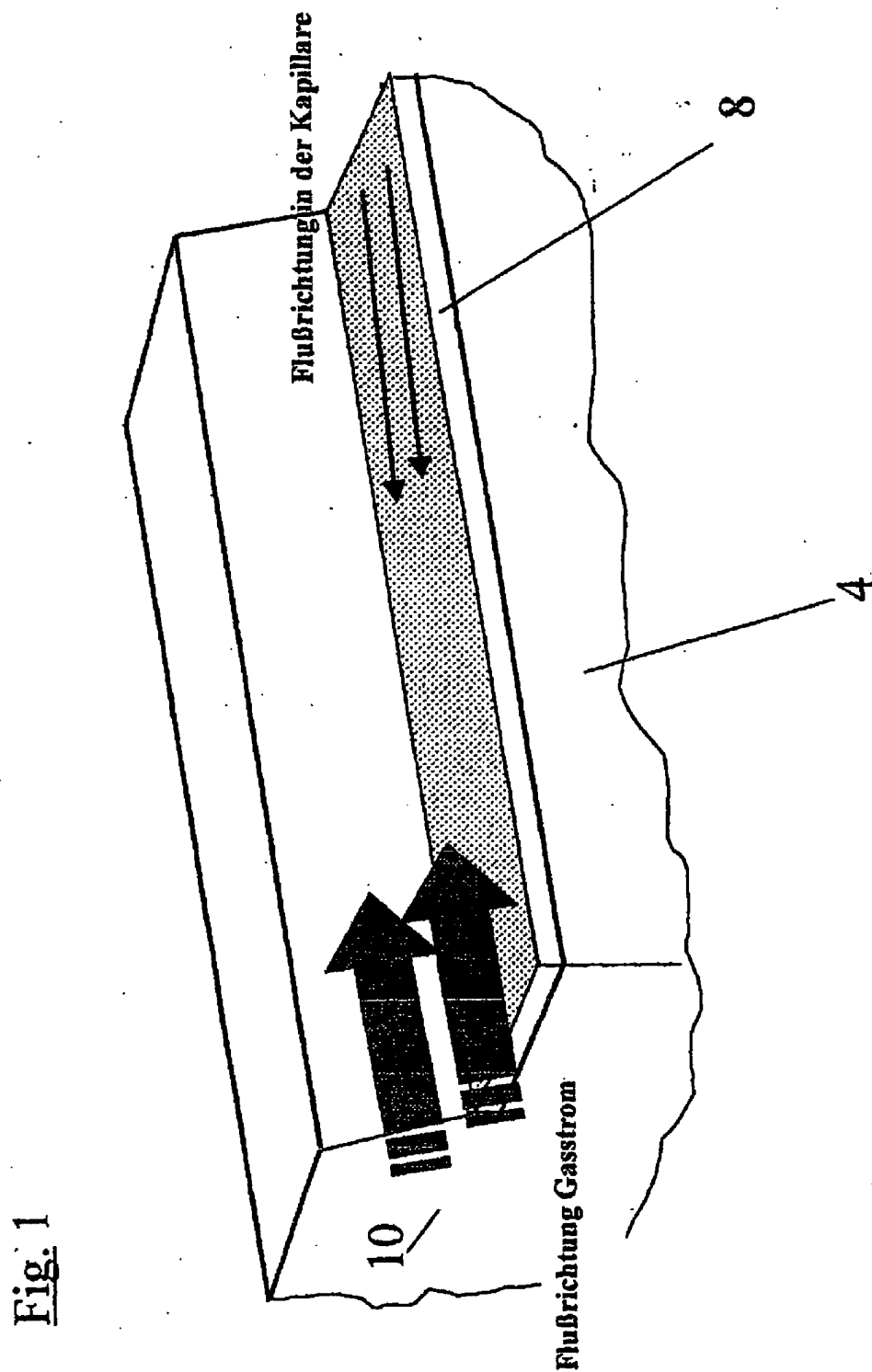
DE 199 21 007 C1

Int. Cl.7:

H 01 M 8/02

Veröffentlichungstag:

16. November 2000



002 145/258

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:

Int. Cl.?

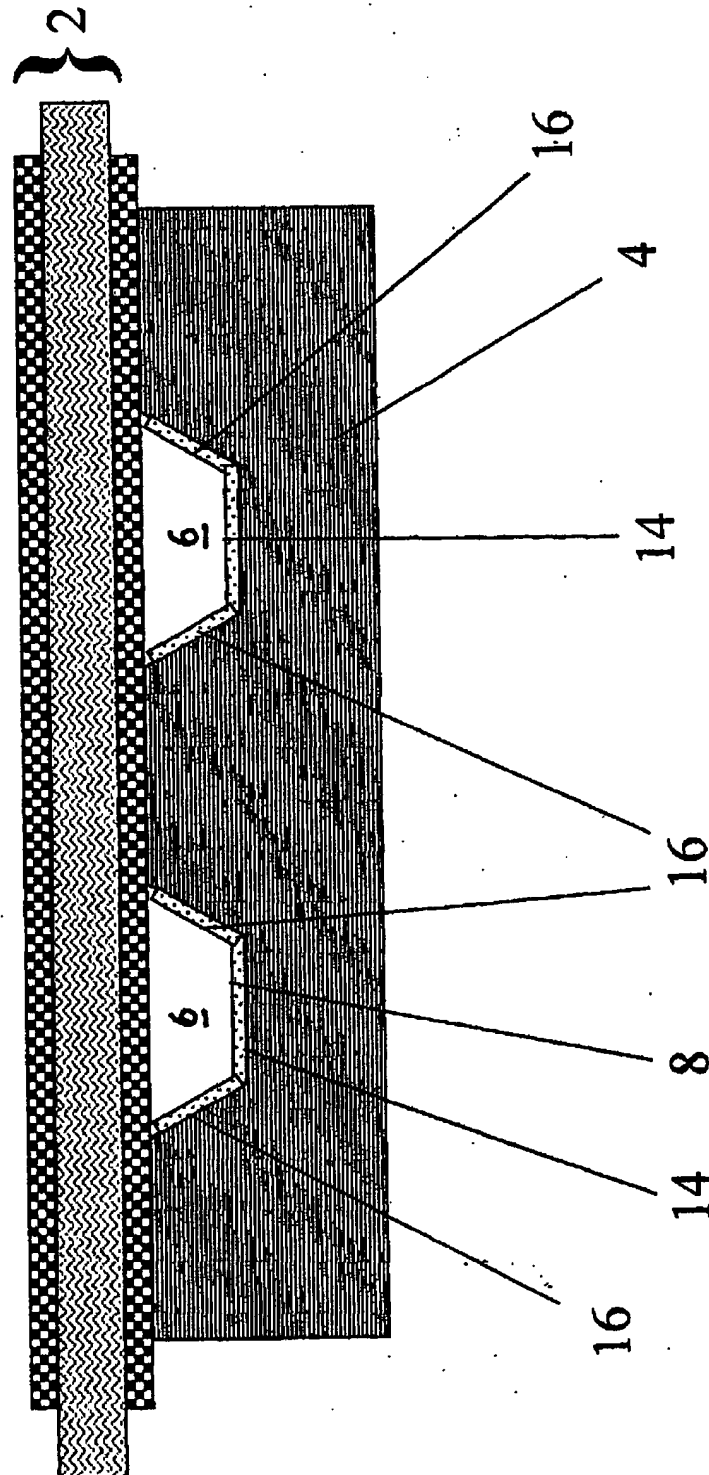
Veröffentlichungstag:

DE 199 21 007 C1

H 01 M 8/02

16. November 2000

Fig. 2



002 148/258

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:

DE 199 21 007 C1

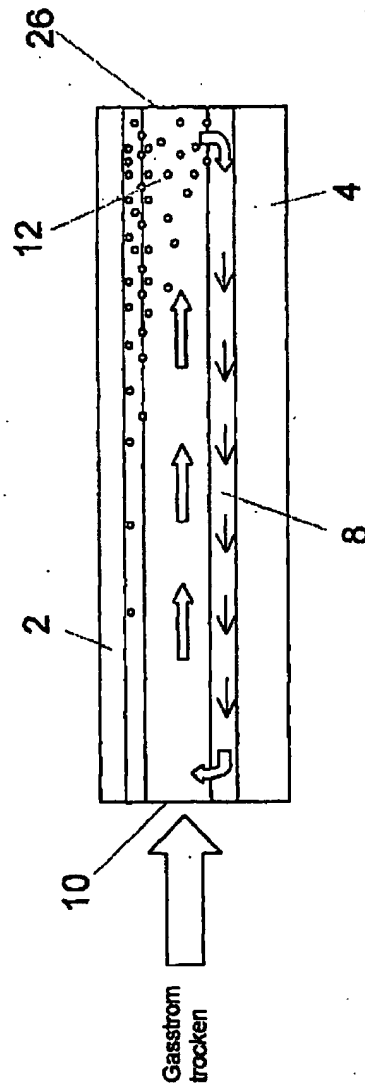
Int. Cl. 7:

H 01 M 8/02

Veröffentlichungstag:

16. November 2000

Fig. 3



002 148/256

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:

Int. Cl.?

Veröffentlichungstag:

DE 199 21 007 C1

H01 M 8/02

16. November 2000

EINTRITT DES GASSTROMS

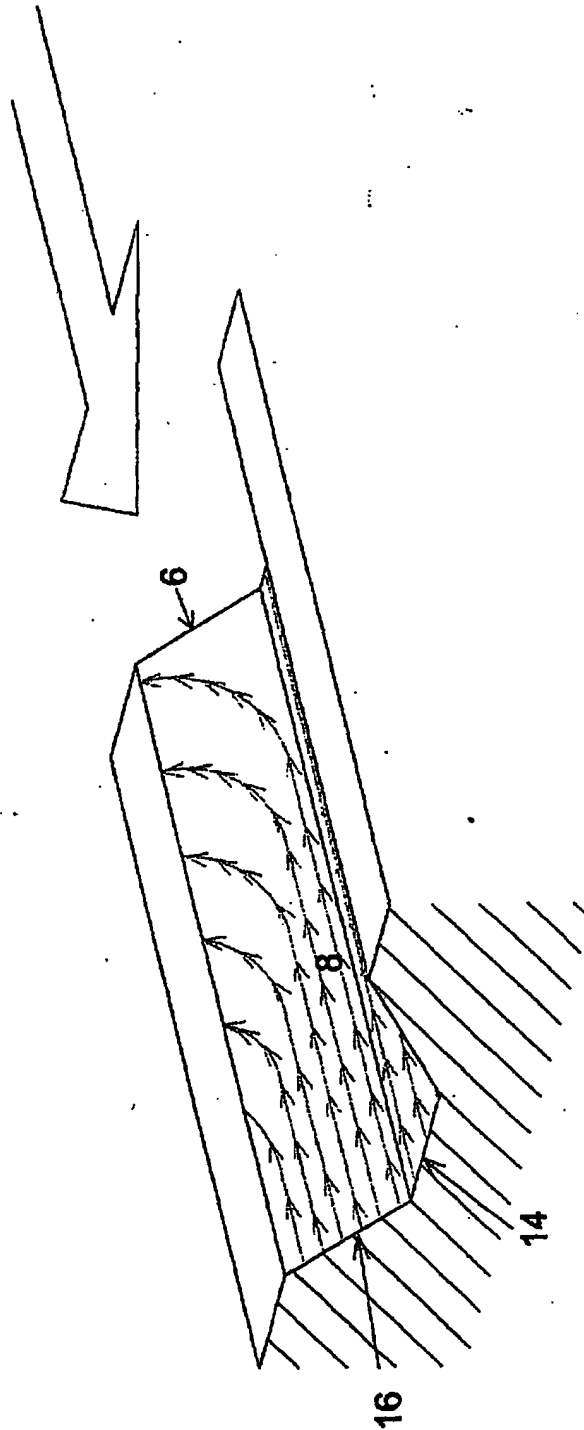


Fig. 4

002 148/258

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:

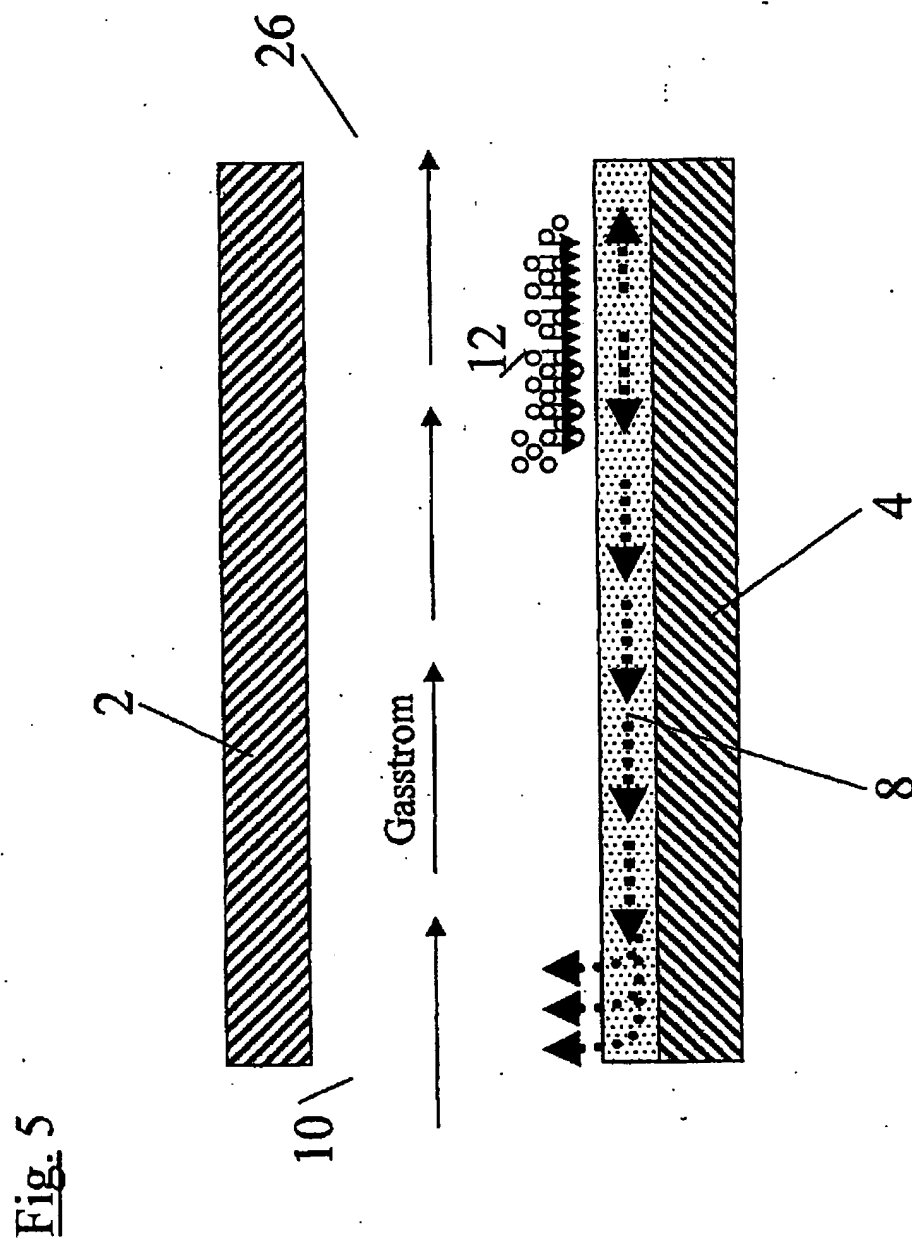
DE 199 21 007 C1

Int. Cl.7:

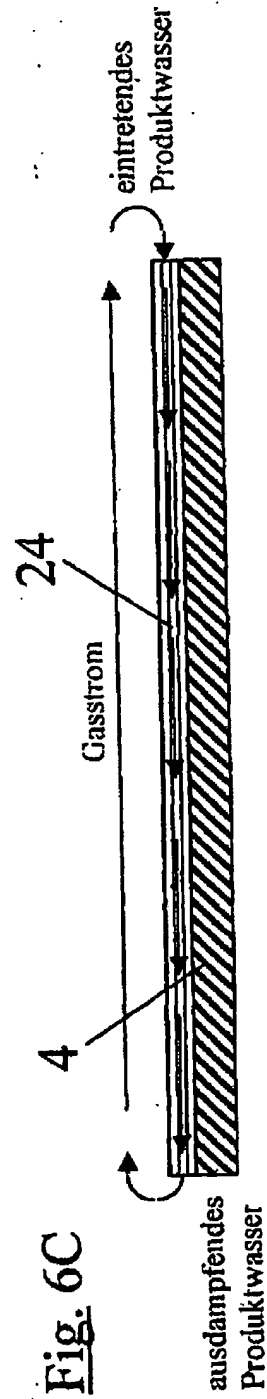
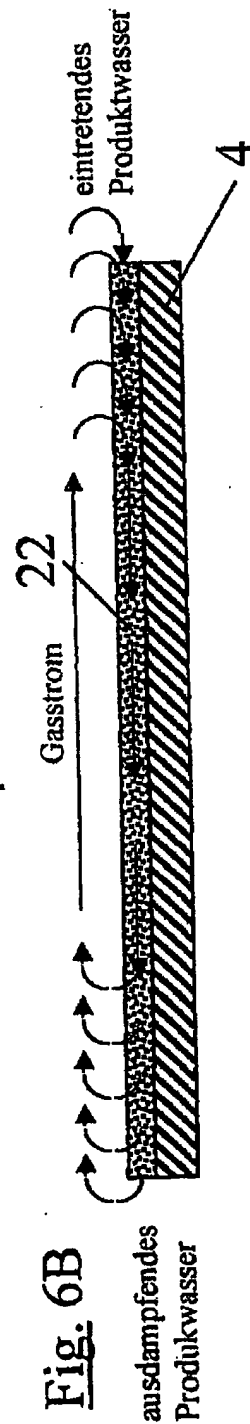
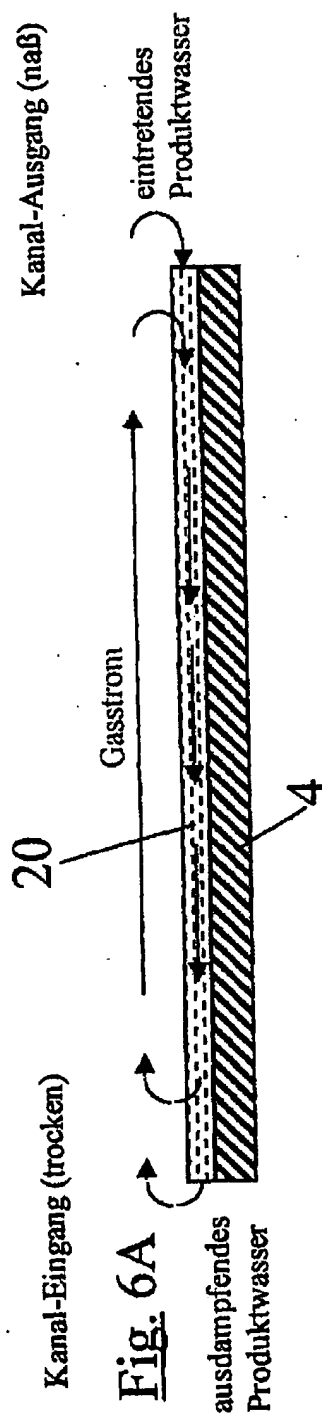
H 01 M 8/02

Veröffentlichungstag:

16. November 2000



002 146/256



ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:

DE 195 21 007 C1

Int. Cl. 7:

H 01 M 8/02

Veröffentlichungstag:

16. November 2000

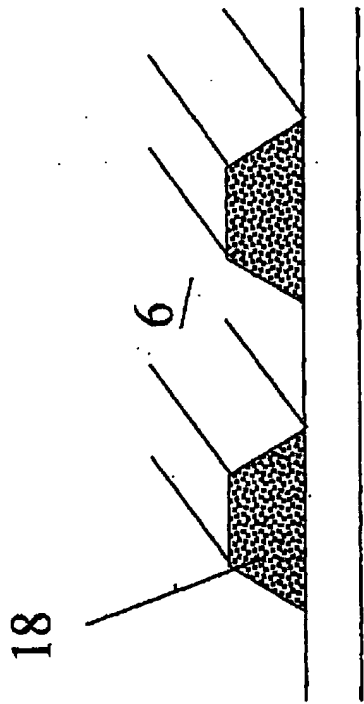


Fig. 7A

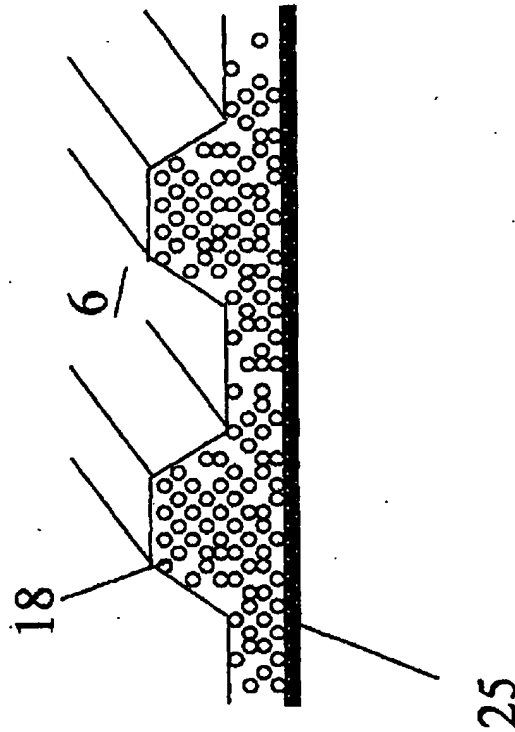


Fig. 7B

002 146/256